

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

磁気ディスク用ガラス基板の製造方法及び 磁気ディスクの製造方法

本件出願は、日本国特許出願2003-56274号の優先権を主張し、その開示をここに参照として組み入れるものである。

発明の背景：

本発明は、HDD（ハードディスクドライブ）等に用いられる磁気ディスク用ガラス基板の製造方法に関する。

今日、情報記録技術、特に磁気記録技術は、急速なIT産業の発達に伴い飛躍的な技術革新が要請されている。HDD等に搭載される磁気ディスクでは、高容量化の要請により $40\text{Gbit/inch}^2 \sim 100\text{Gbit/inch}^2$ 以上の情報記録密度を実現できる技術が求められている。

磁気ディスクでは、磁気ヘッドの浮上飛行方向の磁気特性が特に優れていることが求められる。このため、例えば、特開2002-30275号公報に記載のように、磁気ディスク用基板の表面にテクスチャ加工を行うことにより、磁性層に磁気異方性を与えて、磁気記録媒体としての磁気特性を向上させ、高記録密度化を図る技術が知られている。

ところで、最近では、高記録密度化に適した磁気ディスク用基板として、ガラス基板が注目されている。ガラス基板は、金属の基板に比べて剛性が高いので、磁気ディスク装置の高速回転化に適する。さらに、ガラス基板は、平滑で平坦な表面が得られるので、磁気ヘッドの浮上量を低下させることが容易である。従って、ガラス基板は、記録信号のS/N比の向上と高記録密度化に好適である。

ところが、上記公報に記載されているように、テクスチャーをガラス基板の表面に形成した場合、得られたガラス基板から製造される磁気ディスクを HDD に搭載すると、ヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ (T A) 障害を起こしやすいという問題があった。これらの障害は、HDD を市場に出荷し、PC (パーソナルコンピュータ) 等に組み込まれて後、暫く経過してから発生 (HDD の故障) する傾向が高い。よって、一度障害が発生すると市場信用力を大きく失墜させる。このため、高記録密度化を実現できる磁気ディスク用ガラス基板の普及が阻害されていた。

発明の要旨：

そこで、本発明は、ガラス基板の表面をテープで研磨することによりテクスチャーを形成した場合でも、ヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害の発生を防止でき、高記録密度化に好適な磁気ディスク用ガラス基板を提供することを目的とする。

本発明者らは、ガラスの表面にテープで研磨してテクスチャーを形成したディスク基板を用いて磁気ディスクを製造し、HDD に搭載した場合に、前述のヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティー障害が発生する原因を調査した。この結果、これらの障害が発生した HDD に搭載されていた磁気ヘッドの表面には、微量のコンタミネーションが付着している場合が多いことを発見した。

このコンタミネーションの生成原因について調査すべく、様々な条件下でガラス基板表面にテープでテクスチャーを形成した。この結果、ガラス基板表面に特有のテクスチャー形状の乱れが存在する場合、このガラス基板を用いて製造した磁気ディスク表面にも同様のテクスチャー形状の乱れが生じ、前記磁気ヘッドのコンタミネーションの生成が助長されていることを突き止めた。

図 3 は、ガラス基板表面上に形成されたテクスチャー形状の例を示したものである。図 3において、右下に、周囲のテクスチャー形状よ

りも数ナノメートル高いテクスチャー条痕が1本確認できる。テクスチャー形状に、図3で示す様な乱れが存在する場合、磁気ヘッドにコンタミネーションが付着し易いことが判明した。

テクスチャー形状に、図3のような微小な数ナノメートル程度の高さムラが存在していたとしても、磁気ヘッドの浮上量よりも十分に小さいため、従来は問題であると認識されていなかった。しかし、磁気ヘッドのコンタミネーションの生成を通じて、ヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害を引き起こす場合のあることが本発明者らの検討により判明した。

本発明者らの検討によれば、ガラス基板上にこのようなテクスチャー形状の乱れが形成されてしまう原因については、以下のように考察される。

即ち、ガラス基板は金属表面の基板に比べて硬度が高く硬いため、テープで研磨してテクスチャーを形成したときに、研磨砥粒や微小異物などの噛み込みによりテクスチャーに乱れが生じやすい。また、ガラス基板は絶縁体であるので、テープ研磨時の摩擦により生成する静電気力によって、この噛み込みが解消され難い。これらのが原因で、テクスチャー形状の乱れが形成されると考えられる。

本発明者らは、このような一連の得られた知見と考察に基づき、以下の態様を有する発明を完成させた。

(第1の態様)

磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、
ガラス基板の主表面上にテクスチャーを付与する研磨加工を行い、
その後、前記ガラス基板の主表面に処理液を供給し、
テープをガラス基板の主表面に押圧させながらガラス基板とテープ
とを相対的に移動させて前記主表面を洗浄処理する。

(第2の態様)

前記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法において、

前記処理液は純水である。

(第3の態様)

前記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法において、前記処理液はコロイド粒子を含有する。

(第4の態様)

前記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法において、前記ガラス基板の主表面を洗浄するテープは、少なくとも表面に微細な発砲開口が形成されている。

(第5の態様)

前記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法において、前記ガラス基板は化学強化ガラス基板である。

(第6の態様)

前記第1の態様の製造方法によって得られた磁気ディスク用ガラス基板上に、少なくとも磁性層を形成して、磁気ディスクを製造する。

(第7の態様)

前記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法において、前記ガラス基板は、ロード・アンロード方式用磁気ディスクに用いられる。

本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板の製造方法は、第1の態様にあるように、ガラス基板の主表面上にテクスチャーを付与する研磨加工を行った後に、ガラス基板主表面に処理液を供給して、この主表面をテープで洗浄処理する。

テープを洗浄体として用いると、テクスチャー工程において基板主表面に付着した砥粒や異物等を除去できる。同時に、テープ洗浄時に基板主表面に加わる適度な押圧力により、ガラス基板表面に形成されたテクスチャーの乱れが緩和される。さらに、テープを順次送り出すことにより常に清浄な洗浄体（テープ）が基板主表面に供給されるので、テープ洗浄により除去された異物等の再付着などの恐れが無い。

このようにして、ガラス基板上に均一なテクスチャーを形成することができる。

ガラス基板主表面にテクスチャーを形成した後に実施する、テープによる洗浄に用いる洗浄方法としては、枚葉式テープ洗浄方法を用いることが好ましい。このようなテープ洗浄方法としては、例えば、回転式テープ洗浄方法を挙げることができる。回転式テープ洗浄方法においては、回転するディスク状ガラス基板表面に、特定のテープを供給しながら押圧することによって、ガラス基板表面を高精度に洗浄することができる。

このような洗浄に用いるテープは、テクスチャー加工に用いるテープと同一であっても良いが、別々のテープを用いると、より均一なテクスチャーを形成することができるので好ましい。何故なら、テクスチャー加工に用いたテープは、その際に使用するスラリーやその他異物などが付着している場合もあるからである。従って、別々のテープ、つまり、テクスチャー加工用のテープとは別の洗浄用のテープを用意してテープ洗浄することができる。

このとき、洗浄用のテープとしては、表面に微細な発泡開口が形成されているテープを用いることが好ましい。この場合、洗浄用のテープは、表面に微細な発泡開口が形成されているテープでもよいし、少なくとも表面に微細な発泡開口が形成されているもので、芯材は別の材質で出来ているテープでもよい。例えば、発泡ポリウレタン等の発砲樹脂を用いた表面のテープは表面に微細な発泡開口が形成されており、テープ洗浄時に、テクスチャーを均一化する作用が高いので好ましい。また、発泡開口径としては $20\text{ }\mu\text{m}$ ～ $100\text{ }\mu\text{m}$ であることがテープ洗浄時の洗浄効果を上げると共に、テクスチャーを均一化する作用が高いので好ましい。

本発明において、ガラス基板の主表面をテープで洗浄する場合において、テープとガラス基板との間に処理液を供給する。処理液として

は、例えば、純水を用いるのが好ましい。純水を供給することにより、洗浄時において異物の付着などが防止され、均一なテクスチャー表面を形成することができる。純水としては、RO 水（逆浸透水、RO : Reverse Osmosis）や DI 水（脱イオン化水、DI : DeIonization）などの超純水を用いることができる。特に、脱イオン処理された DI 水を用いると、微細なテクスチャー形状のモホロジーを乱すことが少ないので好ましい。

なお、本発明における上記処理液は中性又はアルカリ性に調製することが好ましい。アルカリ性に調製すると、ガラスのエッチング作用による洗浄効果を併用できるため、中性の場合に比べて、より高い洗浄効果を上げることができる。ただし、テクスチャー形状のモホロジーを維持することを重要視する場合、ガラスのエッチング作用のない中性に調整することが好ましい。つまり、テクスチャー形状のモホロジーが若干変化しても、洗浄効果が高いことが必要な場合はアルカリ性、洗浄効果は若干低いがテクスチャー形状のモホロジーを維持することが必要な場合には中性に、その目的にあわせてそれぞれ調整することが好ましい。処理液をアルカリ性に調製するに当たっては、水酸化ナトリウムや水酸化カリウムなどの薬液を添加するとよい。具体的には、PH 7 ~ 12 の範囲で適宜調節すると好ましい。

本発明においては、上記処理液にコロイド粒子を含有させることも好ましい。

コロイド粒子を含有させると、テクスチャー研磨加工時に形成されたガラスのバリや、図 3 に示すようなテクスチャーのムラを除去する作用を向上させることができるので好ましい。また、ガラス基板上に付着した有機物などのコンタミネーションを除去する作用も好ましく得ることが出来る。コロイド粒子の粒径は微細なものが好ましく、例えば、平均粒径が 0.01 μm ~ 0.5 μm のコロイド粒子を用いることが好適である。

このようなコロイド粒子としては、コロイダルシリカ粒子を挙げる
ことが出来る。コロイダルシリカ粒子はガラス基板を高度に清浄化さ
せることが出来るので特に好ましい。

処理液にコロイダルシリカ粒子を含有させる場合にあっては、処理
液をアルカリ性となるように調製することが好ましい。処理液をアル
カリ性とすることで前述のような好適な作用を得ることが出来る。具
体的には、PHが8~12となるように調製することが好ましい。

処理液にコロイド粒子を含有させてテープで洗浄させる場合におい
ては、後に、コロイド粒子を含有しない、例えば純水からなる処理液
でテープ洗浄を行うと、コロイド粒子がガラス基板上に残留すること
を防止できる。

また、本発明においては、テープによる洗浄処理の後に、スクラブ
洗浄を行うと好適である。スクラブ洗浄を行うことによって、ガラス
基板表面を更に高度に清浄化できる。さらに、テープ洗浄における処
理液にコロイド粒子を含有させた場合にあっては、コロイド粒子がガ
ラス基板上に残留することを確実に防止できる。このようなスクラブ
洗浄を行う場合は、中性又はアルカリ性洗浄液を供給することが好ま
しい。具体的には、PHが7~12となるように調製することが好ま
しい。

本発明におけるガラス基板のガラスとしては、例えば、アルミノシリ
ケートガラスやソーダライムガラス等が挙げられる。アルミノシリ
ケートガラスであれば化学強化ガラスとすることで高い剛性を得るこ
とができるので好ましい。

また、アモルファスガラス又は、アモルファスと結晶を備える結晶
化ガラスを用いることができるが、アモルファスガラスであれば、本
発明の作用を好ましく得ることができる。

このようなガラスとしては、アモルファスのアルミノシリケートガ
ラスとして、 SiO_2 : 58~75重量%、 Al_2O_3 : 5~23重量%、 Li_2O :

3～10重量%、 Na_2O ：4～13重量%を主成分として含有するアルミノシリケートガラスからなることが好ましい。

更に、前記ガラス基板の組成を、 SiO_2 ：6.2～7.5重量%、 Al_2O_3 ：5～1.5重量%、 Li_2O ：4～1.0重量%、 Na_2O ：4～1.2重量%、 ZrO_2 ：5.5～1.5重量%を主成分として含有するとともに、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ の重量比が0.5～2.0、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ の重量比が0.4～2.5であるアルミノシリケートガラスであることが好ましい。

また、 ZrO_2 の未溶解物が原因で生じるガラス基板表面の突起を無くすためには、モル%表示で、 SiO_2 を57～74%、 ZnO_2 を0～2.8%、 Al_2O_3 を3～15%、 LiO_2 を7～16%、 Na_2O を4～14%含有する化学強化用ガラス等を使用することが好ましい。

このようなアルミノシリケートガラスは、化学強化することによって、抗折強度が増加し、圧縮応力層の深さも深く、ヌープ硬度にも優れる。化学強化の方法としては、従来より公知の化学強化法であれば特に限定されないが、実用上、低温型イオン交換法による化学強化が好ましい。

ガラス基板として上記の化学強化ガラス基板を用いる場合、テクスチャーを与える研磨加工は化学強化処理後に行なう事が好ましい。化学強化処理の前にテクスチャーを形成すると、化学強化処理におけるイオン交換の過程でテクスチャー形状が乱される場合があるので好ましくない。化学強化され表面に圧縮応力の形成されたガラス基板上にテクスチャーを与えると、精緻なテクスチャーを得ることが出来る。

ガラス基板の直径サイズについては特に限定はないが、実用上、モバイル用途のHDDとして使用されることに多い2.5インチサイズ以下の小型磁気ディスクに対しては、耐衝撃性が高く、高記録密度化を可能とする磁気ディスク用ガラス基板を提供できる本発明は有用性が高い。

また、ガラス基板の厚さは、0.1mm～1.5mm程度が好ましい。特に、0.1mm～0.9mm程度の薄型基板により構成される磁気ディスクの場合では、耐衝撃性が高い磁気ディスク用ガラス基板を提供できる本発明は有用性が高く好適である。

本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板の製造方法において、テープで研磨しながらテクスチャーを形成するに当たっては、枚葉式テープテクスチャー方法を用いることが好ましい。

このような枚葉式テープテクスチャー方法としては、例えば、回転式テープテクスチャー方法を挙げることができる。回転式テープテクスチャー方法においては、回転するディスク状ガラス基板表面に、特定のテープを送りながら押圧し、ダイヤモンドスラリーなどの研磨スラリーを供給することにより、ガラス基板表面に、例えば円周状のテクスチャーを形成する。

回転式テープテクスチャー方法を実施する装置の例としては、図1に示すようなテープ式テクスチャー装置（概略図）が挙げられる。図1の装置は、後述の実施例でも使用する装置である。このテープ式テクスチャー装置によると、スピンドル101に固定されたガラス基板1を回転させるとともに、スラリー（砥粒）滴下口102より研磨剤をテープ103に供給し、ガラス基板1の両表面をローラー104に巻き付けられたテープ103によって挟む。このようにして、ガラス基板1の主表面に円周状のテクスチャーを形成する。テープ103が巻きつけられたローラー104は、一定の回転速度で回転しており、常にテープ103の新しい面がガラス基板1に接触するようにしている。この場合、スピンドル101を揺動させることができるようにになっている。なお、支点aを中心とし、ローラー104の軸にそれぞれ固定した板状の部材105、105が動くことによってガラス基板1を挟みついている。この時、ガラス基板1に負荷される加重は板状の部材105間に張られたバネ106の力により決定する。加重は張力

計 107 により測定される。

このテープ式テクスチャー装置における、基板回転速度（スピンドル回転速度）やテクスチャー加工時間を調節することで、ガラス基板のテクスチャー形状を調節することができる。

このようなテクスチャー加工に用いるテープの材質、形状については特に制限されない。このテープの種類としては、植毛テープ、織布テープ、不織布テープなどが挙げられる。テープ繊維の材料としては、たとえばポリエステル、ナイロン等のプラスチック繊維が挙げられる。

また、テクスチャーを付与する研磨加工において供給する研磨スラリーは、ダイヤモンド砥粒を含む研磨スラリーを用いることが好ましい。中でも、安定した研磨、テクスチャー加工の観点から多結晶ダイヤモンド砥粒を含む研磨スラリーを用いることが好ましい。このようなダイヤモンド砥粒の平均粒径は $0.1 \mu\text{m} \sim 1 \mu\text{m}$ とするのが好適である。

本発明におけるテクスチャーは、磁性層にディスク円周方向の磁気異方性を誘導するテクスチャーであれば特に限定されない。例えば、円周状テクスチャー、らせん状テクスチャー、クロステクスチャーなどを挙げることができる。特に、円周状のテクスチャーであれば、テクスチャーの方向が磁気ディスク上を浮上飛行する磁気ヘッドの走行方向に類似するので、本発明の作用を好ましく得ることができる。

テクスチャーの表面粗さに関しては、 R_{\max} で 5 nm 以下、 R_p で 3 nm 以下の平滑な表面であることが好ましい。このような平滑な表面粗さの場合、磁気ディスクの高記録密度化に資する事ができる。

なお、本発明でいう R_{\max} とは最大高さ、 R_p とは最大山高さのことであって、いずれも日本工業規格 (JIS) に定めるものを言う。

本発明の磁気ディスク用ガラス基板上に、少なくとも磁性層を形成することにより、高記録密度化に適した磁気ディスクが得られる。磁性層としては、hcp 結晶構造の Co 系合金磁性層を用いると、保磁

力 (Hc) が高く高記録密度化に資することができる。

また必要に応じて、ガラス基板と磁性層との間に、磁性層の結晶粒や配向性を制御するために下地層を形成することも好ましい。

なお、磁気ディスクを製造するにあたっては、静止対向型成膜方法を用いて、DC マグネットロンスパッタリングにより、少なくとも磁性層を形成することが好ましい。

本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板は、ロード・アンロード方式用の磁気ディスクに用いることが好ましい。ロード・アンロード方式用の磁気ディスクに用いた場合、ロード・アンロード方式特有の磁気ヘッドのフライステイクションによる不安定な磁気ヘッド浮上状態の発現、しいてはそれを起因とするヘッドクラッシュヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害の発生を防止することができる。

また、ロード・アンロード方式用の磁気ディスクに用いるガラス基板の場合のテクスチャーの表面粗さに関しては、 R_{\max} で 5 nm 以下であると共に、磁気ディスクの耐久性を向上させるために R_p が 2.5 nm 以下の平滑表面であることが好ましい。さらに、磁気ディスクの磁気的特性及び耐久性をさらに向上させるために、 R_p が 2.0 nm 以下の平滑表面であることが好ましい。

図面の簡単な説明 :

図 1A は、テープ式テクスチャー装置の一例を示す側面図である。

図 1B は、テープ式テクスチャー装置の一例を示す斜視図である。

図 2 は、本実施例により得られた磁気ディスク主表面の形状を AFM により観察した様子を示す図である。

図 3 は、比較例により得られた磁気ディスク用ガラス基板主表面の形状を AFM により観察した様子を示す図である。

発明の詳細な説明 :

以下に実施例を挙げて、本発明の実施の形態についてさらに具体的に説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

(実施例 1)

本実施例の磁気ディスク用ガラス基板は、化学強化されたアモルファスのアルミニシリケートガラスディスク基板の主表面に、テープ研磨によりテクスチャーを形成し、この後に、この主表面をテープ洗浄することにより得られる磁気ディスク用ガラスディスク基板である。

具体的には、以下の(1)粗ラッピング工程(粗研削工程)、(2)形状加工工程、(3)精ラッピング工程(精研削工程)、(4)端面鏡面加工工程、(5)主表面鏡面研磨加工工程、(6)化学強化工程、(7)テクスチャー研磨加工工程、(8)テープ洗浄工程、を経て本実施例の磁気ディスク用ガラス基板を製造した。

(1) 粗ラッピング工程

まず、溶融ガラスから上型、下型、胴型を用いたダイレクトプレスにより直径66mmφ、厚さ1.5mmの円盤状のアルミニシリケートガラスからなるガラス基板を得た。なお、この場合、ダイレクトプレス以外に、ダウンドロー法やフロート法で形成したシートガラスから研削砥石で切り出して円盤状のガラス基板を得てもよい。このアルミニシリケートガラスとしては、 SiO_2 : 58~75重量%、 Al_2O_3 : 5~23重量%、 Li_2O : 3~10重量%、 Na_2O : 4~13重量%を含有する化学強化ガラスを使用した。次いで、ガラス基板に寸法精度及び形状精度の向上させるためラッピング工程を行った。このラッピング工程は両面ラッピング装置を用い、粒度#400の砥粒を用いて行なった。具体的には、はじめに粒度#400のアルミナ砥粒を用い、荷重を100kg程度に設定して、上記ラッピング装置のサンギアとインターナルギアを回転させることによって、キャリア内に収納したガラス基板の両面を面精度0~1μm、表面粗さ(R_{\max})6μm程度にラッピングした。

(2) 形状加工工程

次に、円筒状の砥石を用いてガラス基板の中央部分に孔を開けると

共に、外周端面の研削をして直径を65mm ϕ とした後、外周端面および内周端面に所定の面取り加工を施した。このときのガラス基板端面の表面粗さは、R_{max}で4μm程度であった。なお、一般に、2.5インチ型HDD（ハードディスクドライブ）では、外径が65mmの磁気ディスクを用いる。

（3）精ラッピング工程

次に、磁粒の粒度を#1000に変え、ガラス基板表面をラッピングすることにより、表面粗さをR_{max}で2μm程度、R_aで0.2μm程度とした。上記ラッピング工程を終えたガラス基板を、中性洗剤、水の各洗净槽（超音波印加）に順次浸漬して、超音波洗净を行なった。

（4）端面鏡面加工工程

次いで、ブラシ研磨により、ガラス基板を回転させながらガラス基板の端面（内周、外周）の表面の粗さを、R_{max}で1μm、R_aで0.3μm程度に研磨した。そして、上記端面鏡面加工を終えたガラス基板の表面を水洗净した。

（5）主表面鏡面研磨加工工程

次に、上述したラッピング工程で残留した傷や歪みの除去するための第1研磨工程を両面研磨装置を用いて行なった。両面研磨装置においては、研磨パッドが貼り付けられた上下定盤の間にキャリアにより保持したガラス基板を密着させ、このキャリアをサンギアとインターナルギアとに噛合させ、上記ガラス基板を上下定番によって挟圧する。その後、研磨パッドとガラス基板の研磨面との間に研磨液を供給して回転させることによって、ガラス基板が定盤上で自転しながら公転して両面を同時に研磨加工するものである。以下、実施例で使用する両面研磨装置としては同一装置を用いた。具体的には、ポリシャとして硬質ポリシャ（硬質発泡ウレタン）を用い、研磨工程を実施した。研磨条件は、研磨液としては酸化セリウム（平均粒径1.3μm）を研

磨剤として分散したRO水とし、荷重：100 g/cm²、研磨時間：15分とした。上記第1研磨工程を終えたガラス基板を、中性洗剤、純水、純水、IPA（イソプロピルアルコール）、IPA（蒸気乾燥）の各洗浄槽に順次浸漬して、超音波洗浄し、乾燥した。

次いで上記の第1研磨工程で使用したものと同じタイプの両面研磨装置を用い、ポリシャを軟質ポリシャ（スウェード）の研磨パッドに変えて第2研磨工程を実施した。この第2研磨工程は、上述した第1研磨工程で得られた平坦な表面を維持しつつ、例えばガラス基板主表面の表面粗さをR_{max}で8 nm程度以下の平滑な鏡面に仕上げるための鏡面研磨加工である。研磨条件は、研磨液としては酸化セリウム（平均粒径0.8 μm）を分散したRO水とし、荷重：100 g/cm²、研磨時間を5分とした。上記第2研磨工程を終えたガラス基板を、中性洗剤、純水、純水、IPA、IPA（蒸気乾燥）の各洗浄槽に順次浸漬して、超音波洗浄し、乾燥した。

（6）化学強化工程

次に、上記洗浄を終えたガラス基板に化学強化を施した。化学強化は硝酸カリウムと硝酸ナトリウムの混合した化学強化液を用意し、この化学強化溶液を380℃に加熱し、上記洗浄・乾燥済みのガラス基板を約4時間浸漬して化学強化処理を行なった。化学強化を終えたガラス基板を硫酸、中性洗剤、純水、純水、IPA、IPA（蒸気乾燥）の各洗浄槽に順次浸漬して、超音波洗浄し、乾燥した。

次に、上記洗浄を終えたガラス基板表面の目視検査及び光の反射・散乱・透過を利用した精密検査を実施した。その結果、ガラス基板表面に付着物による突起や、傷等の欠陥は発見されなかった。また、上記工程を経て得られたガラス基板の主表面の表面粗さを原子間力顕微鏡（AFM）にて測定したところ、R_{max} = 2.13 nm、R_a = 0.20 nmと超平滑な表面を持つ磁気ディスク用ガラス基板を得た。また、ガラス基板の外径は65mm、内径は20mm、板厚は0.635mm

であった。

(7) テクスチャー研磨加工工程

前述の図1に示した枚葉の回転式テープテクスチャー装置を用いて、研磨、及び円周状テクスチャー加工を施した。

なお、テープは、ポリエステル繊維布のテープを使用し、硬質研磨剤には平均粒径 $0.125\text{ }\mu\text{m}$ の多結晶ダイヤモンドが分散剤に溶かしてあるスラリーを用いて行った。

このときのテクスチャー研磨加工条件は以下のとおりである。

加工圧力	10g/mm^2
基板回転速度	150rpm
テープの送り速度	3mm/sec
テクスチャー加工時間	50秒

(8) テープ洗浄工程

ガラス基板の主表面に円周状のテクスチャーが形成された後に、この主表面のテープ洗浄を行なった。

具体的には、上記テクスチャー研磨加工工程で用いた枚葉の回転式テープテクスチャー方法と同様の装置において、テープを表面の発泡開口径が平均 $40\text{ }\mu\text{m}$ を有する発泡ポリウレタン表面のテープとし、研磨スラリーの代わりに、中性超純水のDI水を供給するように構成した枚葉の回転式テープ洗浄方法により、テクスチャーの形成されたガラス基板主表面をテープで擦過洗浄した。

テープ洗浄時の圧力、基板回転速度、テープの送り速度、及び処理時間は、テクスチャー研磨加工工程の場合と同様にした。

なお、テープ洗浄の後、ガラス基板をスクラブパッドを用いてスクラブ洗浄した。洗浄液にはPH8のアルカリ性洗浄液を使用した。

次に、本実施例で得られた磁気ディスク用ガラス基板に以下の成膜工程を施して、磁気ディスクを得た。

枚葉式スパッタリング装置を用いて、上記テクスチャーを施された

ガラス基板上に、シード層、下地層、磁性層、保護層及び潤滑層を順次形成した。

シード層は、CrTi薄膜（膜厚300オングストローム）からなる第1のシード層と、AlRu薄膜（膜厚：400オングストローム）からなる第2のシード層を形成した。下地層は、CrW薄膜（膜厚：100オングストローム）で、磁性層の結晶構造を良好にするために設けた。なお、このCrW薄膜は、Cr:90at%、W:10at%の組成比で構成されている。

磁性層は、CoPtCrB合金からなり、膜厚は、200オングストロームである。この磁性層のCo、Pt、Cr、Bの各含有量は、Co:73at%、Pt:7at%、Cr:18at%、B:2at%である。

保護層は、磁性層が磁気ヘッドとの接触によって劣化することを防止するためのもので、膜厚50オングストロームの水素化カーボンからなり、耐磨耗性が得られる。潤滑層は、パーフルオロポリエーテルの液体潤滑剤をディップ法により形成し、膜厚は9オングストロームである。

得られた磁気ディスクの主表面の微細形状をAFM（原子間力顕微鏡）により詳細に観察したところ、ディスクの円周方向に沿う円周状のテクスチャーが観察された。図2はそのテクスチャー形状を示したもので、図2の観察領域は磁気ディスク主表面上の $5\text{ }\mu\text{m} \times 5\text{ }\mu\text{m}$ の領域である。ここでは、前述の図3で見られたようなテクスチャー形状の乱れは観察されなかった。

なお、AFMによる観察結果から求めた、テクスチャーの表面粗さは、R_{max}で4.57nm、R_pで1.89nmであった。

次に、得られた磁気ディスクを以下のようにして評価した。

[磁気特性評価]

磁気特性は、VSM（振動試料型磁化測定法）により測定した。磁

気ディスクの半径=22mm位置を中心として 8mm 直径の円形試料を切り出し、基板の円周方向、基板の半径方向にそれぞれ外部磁場を印加 ($\pm 10\text{kOe}$) して磁化曲線を求め、基板の円周方向の M_{rt} (残留磁化膜厚積) と半径方向の M_{rt} とを算出した。その結果、半径方向の M_{rt} に対する円周方向の M_{rt} の比 (磁気異方性) は 1.33 であった。

[信頼性評価]

得られた磁気ディスクについて、グライド特性評価を行ったところ、タッチダウンハイトは、4.5nm であった。タッチダウンハイトは、浮上しているヘッドの浮上量を順に下げていき (例えば磁気ディスクの回転数を低くしていく)、磁気ディスクと接触し始める浮上量を求めて、磁気ディスクの浮上量の能力を測るものである。通常、40Gbit/in² 以上の記録密度が求められる HDD では、タッチダウンハイトは 5nm 以下であることが求められる。

また、ヘッド浮上時の浮上量を 12 nm とし、70°C、80%RH 環境下で、ヘッドのロード・アンロード動作を繰り返して行う LUL 耐久性について試験したところ、60 万回の LUL 連続試験後でも、ヘッドクラッシュ障害は発生しなかった。通常に使用される HDD では、LUL 回数が 60 万回を越えるには 10 年間程度の使用が必要とされている。また、フライングハイト 12nm の GMR ヘッドを用いてサーマルアスペリティ (TA) 試験を行ったところ、サーマルアスペリティ 障害は発生しなかった。

なお、上記ロードアンロード試験後の磁気ヘッド表面を光学顕微鏡で観察したところ、コンタミネーションは観察されなかった。

(実施例 2)

本実施例では、実施例 1 における (8) テープ洗浄工程で使用するテープを、テクスチャー研磨加工工程で使用するテープと同様の、ポリエステル表面のテープとしたこと以外は、実施例 1 と同様の製造方法により、磁気ディスク用ガラス基板を製造し、更にこのガラス基板

を用いて実施例 1 と同様に磁気ディスクを製造した。

得られた磁気ディスクの主表面の微細形状を AFM により詳細に観察したところ、図 2 と同様の、ディスクの円周方向に沿う円周状のテクスチャーが観察された。AFM による観察結果から求めた、テクスチャーの表面粗さは、 R_{max} で 4.96 nm 、 R_p で 2.98 nm であり、実施例 1 と比べると若干大きい値であった。

得られた磁気ディスクの磁気特性を実施例 1 と同様に評価したところ、磁気異方性比は 1.32 であった。

また、グライド特性評価を行ったところ、タッチダウンハイトは、 4.8 nm であった。

さらに、LUL 耐久性についても試験したところ、60 万回の LUL 連続試験後でも、ヘッドクラッシュ障害は発生しなかった。サーマルアスペリティ試験を行ったところ、サーマルアスペリティ障害も発生しなかった。

なお、上記ロードアンロード試験後の磁気ヘッド表面には、ごく微量なコンタミネーションの付着が見られた。

(実施例 3)

本実施例では、実施例 1 における (8) テープ洗浄工程で使用する処理液にコロイド粒子としてコロイダルシリカ粒子（濃度 22 重量%）を含有させた。コロイダルシリカ粒子の平均粒径は $0.15 \mu \text{m}$ である。なお、この処理液には水酸化ナトリウム (NaOH) を添加し、 $\text{PH} 10$ のアルカリ性に調製した。

これらの点以外は、実施例 1 と同様の製造方法により、磁気ディスク用ガラス基板を製造し、更にこのガラス基板を用いて実施例 1 と同様に磁気ディスクを製造した。

得られた磁気ディスクの主表面の微細形状を AFM により詳細に観察したところ、実施例 1 と同様のディスクの円周方向に沿う円周状のテクスチャーが観察された。

得られた磁気ディスクの磁気特性を実施例 1 と同様に評価したところ、磁気異方性比は 1.33 であった。

また、グライド特性評価を行ったところ、タッチダウンハイトは、4.2nm という優れた特性を得ることが出来た。

さらに、LUL 耐久性についても試験したところ、60 万回の LUL 連続試験後でも、ヘッドクラッシャー障害は発生しなかった。サーマルアスペリティ試験を行ったところ、サーマルアスペリティ障害も発生しなかった。

なお、上記ロードアンロード試験後の磁気ヘッド表面を光学顕微鏡で観察したところ、コンタミネーションは観察されなかった。

(実施例 4)

本実施例では、実施例 1 における（8）テープ洗浄工程で行ったテープ洗浄後のスクラップパットを用いたスクラップ洗浄を実施しなかった以外は、実施例 1 と同様の製造方法により、磁気ディスク用ガラス基板を製造し、更にこのガラス基板を用いて実施例 1 と同様に磁気ディスクを製造した。

得られた磁気ディスクの主表面の微細形状を AFM により詳細に観察したところ、実施例 1 と同様のディスクの円周方向に沿う円周状のテクスチャーが観察された。AFM による観察結果から求めた、テクスチャーの表面粗さは、 R_{max} で 4.59 nm、 R_p で 1.85 nm であり、実施例 1 とほとんど同様の値であった。

得られた磁気ディスクの磁気特性を実施例 1 と同様に評価したところ、磁気異方性比は 1.33 であった。

また、グライド特性評価を行ったところ、タッチダウンハイトは、4.5nm であった。

さらに、LUL 耐久性についても試験したところ、60 万回の LUL 連続試験後でも、ヘッドクラッシャー障害は発生しなかった。サーマルアスペリティ試験を行ったところ、サーマルアスペリティ障害も発生

しなかった。

なお、上記ロードアンロード試験後の磁気ヘッド表面を光学顕微鏡で観察したところ、コンタミネーションは観察されなかった。

(比較例 1)

実施例 1 における (8) テープ洗浄工程を実施しなかったこと以外は実施例 1 と同様の製造方法により、磁気ディスク用ガラス基板を製造し、更にこのガラス基板を用いて実施例 1 と同様に磁気ディスクを製造した。

得られた磁気ディスクの主表面の微細形状を AFM により観察したところ、円周状のテクスチャーが観察されたが、前述の図 3 に見られたようなガラス基板表面のテクスチャー形状に由来する乱れが観察された。テクスチャーの表面粗さは、 R_{max} で 5.18 nm、 R_p で 3.30 nm であった。実施例 1 と比べると R_p が 1.41 nm 悪化しているのは、図 3 の右下において 1 本観察されたような、周囲のテクスチャー形状よりも高いテクスチャー条痕によるテクスチャー形状の乱れがあるためである。

得られた磁気ディスクの磁気特性を実施例 1 と同様に評価したところ、磁気異方性比は 1.32 であった。

また、グライド特性評価を行ったところ、タッチダウンハイトは、5.4nm であった。さらに、LUL 耐久性について試験したところ、40 万回の LUL 動作でヘッドクラッシュにより故障した。また、サーマルアスペリティ試験を行ったところ、サーマルアスペリティ障害も発生した。なお、上記ロードアンロード試験後の磁気ヘッド表面には、コンタミネーションの付着が見られた。

(実施例 5)

実施例 1 における (8) テープ洗浄工程で使用するテープを、植毛テープ（商品名：SPD 2501-NF）とした。このガラス基板を用いて実施例 1 と同様に磁気ディスクを製造した。

得られた磁気ディスクの主表面の微細形状を AFM により観察したところ、円周状のテクスチャーが観察されたが、前述の図 3 に見られたようなガラス基板表面のテクスチャー形状に由来する乱れが観察された。テクスチャーの表面粗さは、 R_{max} で 5. 02 nm、 R_p で 2. 88 nm であった。実施例 1 と比べると R_p が悪化しているのは、図 3 の右下において 1 本観察されたような、周囲のテクスチャー形状よりも高いテクスチャー条痕によるテクスチャー形状の乱れがあるためである。

得られた磁気ディスクの磁気特性を実施例 1 と同様に評価したところ、磁気異方性比は 1.32 であった。

また、グライド特性評価を行ったところ、タッチダウンハイトは、4. 9 nm であった。さらに、LUL 耐久性について試験したところ、40 万回の LUL 動作でヘッドクラッシュにより故障した。また、サーマルアスペリティ試験を行ったところ、サーマルアスペリティ障害も発生した。なお、上記ロードアンロード試験後の磁気ヘッド表面には、コンタミネーションの付着が見られた。

以上詳細に説明したように、本発明の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法によれば、ガラス基板の主表面にテクスチャーを形成した後、この主表面に処理液を供給しながらテープで洗浄処理する。これにより、テクスチャー形成後の基板主表面に付着した異物等を除去できるとともに、テクスチャー形状の乱れを緩和して均一なテクスチャーを形成することが出来る。

また、このような本発明の磁気ディスク用ガラス基板を用いて磁気ディスクを製造することにより、磁気ヘッドのコンタミネーションの付着を抑制し、低浮上量化に対するヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害の発生を防止でき、信頼性の高い、高記録密度化に好適な磁気ディスクを提供できる。

特許請求の範囲：

1. 磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、
ガラス基板の主表面上にテクスチャーを付与する研磨加工を行い、
その後、前記ガラス基板の主表面に処理液を供給し、
テープをガラス基板の主表面に押圧させながらガラス基板とテープ
とを相対的に移動させて前記主表面を洗浄処理する磁気ディスク用ガ
ラス基板の製造方法。
2. 前記処理液は純水である請求項1に記載の磁気ディスク用ガラ
ス基板の製造方法。
3. 前記処理液はコロイド粒子を含有する請求項1に記載の磁気デ
ィスク用ガラス基板の製造方法。
4. 前記ガラス基板の主表面を洗浄するテープは、少なくとも表面
に微細な発砲開口が形成されている請求項1に記載の磁気ディスク用
ガラス基板の製造方法。
5. 前記ガラス基板は化学強化ガラス基板である請求項1に記載の
磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
6. 請求項1に記載の製造方法によって得られた磁気ディスク用ガ
ラス基板上に、少なくとも磁性層を形成する磁気ディスクの製造方法。
7. 前記ガラス基板は、ロード・アンロード方式用磁気ディスクに
用いられる請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

開示の要約：

磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、ガラス基板の主表面上にテクスチャーを付与する研磨加工を行った後に、ガラス基板の主表面に処理液を供給し、テープをガラス基板の主表面に押圧させながら主表面を洗浄処理する。